

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

特許第3048035号
(P3048035)

(45) 発行日 平成12年6月5日(2000.6.5)

(24) 登録日 平成12年3月24日(2000.3.24)

(51) Int.Cl.⁷
G 0 1 D 13/22
7/00
G 0 1 P 3/42

識別記号
1 0 1

F I
G 0 1 D 13/22 1 0 1
7/00 Z
G 0 1 P 3/42 A

請求項の数 3 (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平6-294215
(22) 出願日 平成6年11月29日(1994.11.29)
(65) 公開番号 特開平8-152337
(43) 公開日 平成8年6月11日(1996.6.11)
審査請求日 平成10年1月9日(1998.1.9)

(73) 特許権者 000006895
矢崎総業株式会社
東京都港区三田1丁目4番28号
(72) 発明者 永田 昇
静岡県島田市横井1-7-1 矢崎計器
株式会社内
(72) 発明者 見崎 憲明
静岡県島田市横井1-7-1 矢崎計器
株式会社内
(72) 発明者 長倉 亨
静岡県島田市横井1-7-1 矢崎計器
株式会社内
(74) 代理人 100097858
弁理士 越智 浩史 (外5名)

審査官 小野村 恒明

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 針式表示装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】 表示指針をステップモータで駆動する針式表示装置において、
セットされた時間を計時する計時手段と、
前記計時手段が時間を計時する毎に前記表示指針の指示させようとする指示位置と現在表示指針が指示している現在位置との差が大のときは短かく、差が小のときは長い時間を算出して前記計時手段にセットする計時時間算出手段と、
前記計時時間算出手段が算出した駆動パルスの周期内にM個のサブパルスを発生してステップモータを駆動するサブパルス発生手段と、
前記駆動パルスが周期の開始時に0より1に変化するか、または1より0に変化するかを判定する駆動パルス判定手段と、

前記駆動パルス判定手段で周期の開始時に駆動パルスが0より1に変化すると判定されたとき前記サブパルス発生手段で発生するパルスのデューティ比を次第に大にし、1より0に変化すると判定されたときサブパルスのデューティ比を次第に小さくするデューティ比変化手段と、を備えたことを特徴とする針式表示装置。

【請求項2】 前記サブパルス発生手段で発生するM個のサブパルスを駆動パルスの周期内に等間隔で発生させ、前記デューティ比変化手段で変化させる最後のサブパルスのデューティ比を、駆動パルスが0より1に変化するときは100%、1から0に変化するときは0%にするようにしたことを特徴とする請求項1記載の針式表示装置。

【請求項3】 前記サブパルス発生手段で発生するサブパルスを、駆動パルスの周期内を一定時間毎に発生する

ようにしたことを特徴とする請求項1または2記載の針式表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は表示指針をステップモータで駆動する針式表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】図9（A）は4相のステップモータ10を示したものであり、ロータ10aとステータ10bで構成される。ロータ10aは磁石で構成され、その回転軸にはギヤを介して表示指針が取り付けられている。

【0003】ステータ10bの相 $\phi 1$ に、図9（B）に示すように電流が流れるとS極が発生し、ロータ10aのN極との間に吸引力が発生してロータ10aが回転して $\phi 1$ と相対する（図9（B） 0° ）。この状態、すな

$$N = (\theta_M - \theta_P) / \theta_0$$

なる演算を行って駆動パルスNを算出する。

【0006】駆動パルス数Nが算出されると、図10

（A）に示すように T_A なる時間間隔でN個の駆動パルスを送出する。すなわち、今パルスモータを時計方向に回転させる場合、現在のパルスモータが図9（B）の 0° の位置にあるとすると、時間 t_1 においては $\phi 1 = 1$ 、 $\phi 2 = 1$ なる駆動パルスを、 T_A 時間後の t_2 では $\phi 1 = 0$ 、 $\phi 2 = 1$ なる駆動パルスを送出してステップモータを回転させる。

【0007】このため、指針の振れは第N番パルスが送出してから次の周期Tで算出された第1番パルスが送出されるまでは指針の振れは無く、指針は階段状に変化し

$$T / N \geq T_A$$

また、前記パルス送出間隔を平均化して最初のパルスを

$$T \geq 2NT_A$$

従って、Tの値は或る数値より小さくできていることがわかる。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】ステップモータで駆動する針式表示装置においては、ステップモータのステップ動作が追従しうる最小の時間以上の時間間隔で駆動パルスを送出するが、その際の送出タイミングは入力信号の変化に対する応答性が良く、しかも滑らかな応答であることが要求される。

【0011】図11の指示角度 θ_M は、車両が徐々に速度を上げて加速し、一定速度に落ちつく場合の一例を示している。実線は、ステップモータのステップ動作が追従しうる最小の時間間隔を T_A とし、図10で示した周期Tが $T = 6T_A$ および $T = 12T_A$ とした場合の実開昭64-6556号公報で記載されている方法で動作させた時の指針の振れの動作を示している。

【0012】この方法では滑らかさは改善されるが、①周期Tごとに差分算出をしているため全域において応答遅れが発生する、②周期T毎にパルス送出間隔を変化さ

わち、 $\phi 1$ にパルスを印加した状態で $\phi 2$ にパルス印加するとステータ10bより発生する磁界は $\phi 1$ と $\phi 2$ との合成磁界となって $\phi 1$ と $\phi 2$ との中間位置にS極が発生し、ロータ10aを時計方向に 45° 回転させる（図9（B） 45° ）。

【0004】以下、図9（B）に示すように $\phi 1 \sim \phi 4$ にパルスを印加することによってロータ10aを順次 45° づつ回転させる。なおモータ10は駆動パルスが入力されるごとに 45° 回転するが、表示指針は図示しないギヤによってギヤダウンされて θ_0 度の回転となる。

【0005】従来の針式表示装置においては、図10に示すように、一定時間T毎に指示しようとする指示位置 θ_M と現在指針が指示している現在位置 θ_P より

$$\dots (1)$$

で滑らかな動きでなかった。この指針の振れを滑らかにする方法が実開昭64-6556号公報に記載されている。

【0008】この方法は、図10（B）に示すように、N個のパルスを周期T内に送出するパルス送出間隔を T/N とし、かつ最初のパルスの送出を時間 $T/2N$ 遅らせて送出するようにしている。このようにパルスの送出開始時間および送出時間間隔を制御することによって指針の動きは滑らかになる。

【0009】ここでステップモータの特性より決定されるステップ動作が追従しうる最小のパルス送出時間間隔を T_A とすれば、

$$\dots (2)$$

遅らせるわけだから、図10（B）と式（2）より

$$\dots (3)$$

せているため、図9のAで示されるように、急激な変化が発生して滑らかさが無くなる、③周期Tを大にすると更に①および②は悪化する、④前述の様に周期Tはある数値より小さくできない、また、入力信号の変化は様々であり、全ての変化に適応する周期Tの設定はかなり難しい、等の問題がある。

【0013】つまり従来技術のように所定時間単位毎に演算制御する、すなわち周期T毎に差分算出を行ない、パルス送出間隔を変化させる方式の限りでは、前述した速やかな応答と滑らかな動作を両立することはできず、かつ滑らかさも不充分である。

【0014】また、パルスモータに駆動パルスが入力される毎に指針が θ_0 移動する。ステップモータを駆動する駆動パルスは急激に立上り、また、指針およびステップモータの回転を指針に伝えるギヤ等の慣性も加わり、指針の移動は図12の実線で示すように振動現象が発生する。

【0015】本発明は指針の移動が滑らかで、かつ応答性も良くスムーズになるよう改良した針式表示装置を提

供することを目的とする。

【0016】

【課題を解決するための手段】前述の課題を解決するために本発明が採用した手段を説明する。まず発明が解決した手段を説明する前に本発明の駆動パルスの立上りおよび立下りで発生する指針の振動を無くする原理を図8を参照して説明する。

【0017】図8(A)は図9(B)で説明した各相 ϕ_n に印加される駆動パルスを示している。駆動パルスは、0から1に立上る駆動パルスa、1を保持する駆動パルスbおよび1より0に立下る駆動パルスcで構成される。

【0018】指針12が振動する理由は、駆動パルスaまたはcのようにパルスが急激に立上ったり立下ったりすることによって生じるものである。立上りの場合は図8(B)に示すように駆動パルスの周期 T_p 内にM個のサブパルスを発生させ、しかもそのデューティ比を次第に大にする。

【0019】また立下りの場合は図8(C)に示すように駆動パルスの周期 T_p 内にM個のサブパルスを発生させ、しかもそのデューティ比を次第に小さくする。このようにすることによってステップモータの駆動が緩和されて指針の移動がスムーズとなる。

【0020】なおサブパルスの発生する間隔 T_s はステップモータの動作時間より十分に小さな間隔となるようにサブパルス数Mを設定する。また、ステップモータの駆動を緩和する方法として図8(B)および(C)では、駆動パルスの周期 T_p 内にM個のサブパルスを発生するようにしたが、図8(D)では駆動パルスの周期 T_p 内に、ステップモータの駆動時間より小さい時間 T_c 毎にサブパルスを発生して、そのデューティ比を変化させて指針の移動をスムーズにする。

【0021】つぎに図1を参照して本発明が採用した手段を説明する。図1は本発明の基本構成図である。表示指針をステップモータで駆動する針式表示装置において、セットされた時間を計時する計時手段1と、前記計時手段1が時間を計時する毎に前記表示指針の指示させようとする指示位置と現在表示指針が指示している現在位置との差が大のときは短かく、差が小のときは長い時間を算出して前記計時手段1にセットする計時時間算出手段2と、前記計時時間算出手段2が算出した駆動パルスの周期内にM個のサブパルスを発生してステップモータを駆動するサブパルス発生手段3と、前記駆動パルスが周期の開始時に0より1に変化するか、または1より0に変化するかを判定する駆動パルス判定手段4と、前記駆動パルス判定手段4で周期の開始時に駆動パルスが0より1に変化すると判定されたとき前記サブパルス発生手段3で発生するパルスのデューティ比を次第に大にし、1より0に変化すると判定されたときサブパルスのデューティ比を次第に小さくするデューティ比変化手段5と、を備

える。

【0022】また、前記サブパルス発生手段3で発生するM個のサブパルスを駆動パルスの周期内に等間隔で発生させ、前記デューティ比変化手段5で変化させる最後のサブパルスのデューティ比を、駆動パルスが0より1に変化するときは100%、1から0に変化するときは0%にする。

【0023】また、前記サブパルス発生手段3で発生するサブパルスを、駆動パルスの周期内を一定時間毎に発生するようにする。

【0024】

【作用】計時手段1は計時時間算出手段2が算出した時間を計時する。計時時間算出手段2は計時手段1が計時する時間毎に指針で指示させようとする指示位置と指針が指示している現在位置との差が大のときは短かく、差が小のときは長い時間を算出する。

【0025】サブパルス発生手段3は計時時間算出手段2が算出した駆動パルスの周期内にM個のサブパルスを発生させてステップモータを駆動する。駆動パルス判定手段4は駆動パルスが周期の開始時に0より1に変化するか、または1より0に変化するかを判定する。

【0026】デューティ比変化手段5は、周期の開始時に駆動パルスが0より1に変化すると判定されたときはサブパルス発生手段3で発生するパルスのデューティ比を次第に大にし、駆動パルスが1より0に変化すると判定されたときサブパルスのデューティ比を次第に小さくする。

【0027】また、サブパルス発生手段3で発生するM個のサブパルスの発生を駆動パルスの周期内に等間隔で発生させ、デューティ比変化手段5で変化させる最後のサブパルスのデューティ比を、駆動パルスが0より1に変化するときは100%、1から0に変化するときは0%にする。

【0028】また、サブパルス発生手段3で発生するサブパルスの発生を駆動パルスの周期内を一定時間毎に発生させるようにする。以上のように、指針で指示させようとする指示位置と現在指針が指示している現在位置との差の算出を、前回算出した差が大のときは短かく、差が小のときは長い時間後に算出させ、また算出した時間後にステップモータに駆動パルスを送出するようにし、駆動パルスの周期の開始時に駆動パルスが立上る場合は周期内に発生するM個のサブパルスのデューティ比を次第に大にし、駆動パルスが立下る場合はM個のサブパルスのデューティ比を次第に小にするようにしてステップモータを駆動させるようにしたので、急激な立上りおよび立下り駆動が緩和されて慣性による振動回転が無くなり、指針の移動が滑らかで、かつ応答性も良く、スムーズに移動させることができる。

【0029】また、M個のサブパルスの発生を駆動パルスの周期内に等間隔で発生させ、駆動パルスが立上りの場合は最後のサブパルスのデューティ比を100%に、立

下りの場合は0%になるようサブパルスのデューティ比を変化するようにしたので、指針の移動をスムーズにすることができる。

【0030】また、サブパルスの発生を駆動パルスの周期内を一定時間間隔で発生するようにしたので、高速の処理を必要とせずにスムーズに指針を移動させることができる。

【0031】

【実施例】本発明の一実施例を図2～図5を参照して説明する。図2は本発明の実施例の構成図、図3～図4は同実施例の動作フローチャートである。図2において、10はステップモータ、11はスケール、12は指針、13は現在位置検出部、14は指示位置算出部、15は計時時間算出部、16は計時部、17は駆動パルス判定部、18はサブパルス発生部、19はデューティ比変化

$$\theta_M = K_B / t$$

ただし、 K_B は定数なる演算を行って θ_M を算出する。

【0035】すなわち、処理S32ではI/O26より入力されるパルス間隔より速度を算出し、算出した速度に対応するスケール11上の指針12の回転角 θ_M を算出している。処理S33では、処理S32で算出した指示位置 θ_M を図示しないメモリに記録して処理を終了する。

【0036】以上のように、指示位置算出部14は走行センサよりパルスが入力される毎に新たな指示位置を算出して記録を更新する。つぎに図3および図4を参照して実施例の動作を説明する。処理S1では、計時部1

$$\theta = \theta_M - \theta_P$$

なる演算を行なって差分 θ を算出する。

【0038】処理S3では、計時時間算出部15は、処理S2で算出した差分 θ が0であるか否かを判定し、判定がYESの場合は処理S4に移って時間カウンタ(T

$$T_P = |K_A / \theta| + K_C$$

ただし、 K_A および K_C は定数なる演算を行なって計時時間(駆動パルスの周期) T_P を算出し、処理S6に移って時間カウンタ(T_P)21に T_P をセットして計時

$$T_S = T_P / M$$

なる演算を行なってサブパルスの周期 T_S を算出する

(図8(B)、(C))。処理S8では、駆動パルス判定部17は、駆動パルスを送出する相 ϕ_n を判定する。

【0040】すなわち、図9(B)で説明したように、例えば処理S2で算出した差分 θ が正である場合はステップモータを時計方向に回転させるものとし、現在の状態が図9(B)の90°($\phi_1=0$, $\phi_2=1$, $\phi_3=0$, $\phi_4=0$)で次に135°にするには $\phi_1=0$, $\phi_2=1$, $\phi_3=1$, $\phi_4=0$ にする必要がある。

$$T_D = (T_S / M) \times [M]$$

ただし、 $[M]$ はカウンタ $[M]$ のカウント値なる演算を行なった T_D をセットして計時を開始させる。

【0043】処理S13では、駆動パルス判定部17

部、20は駆動パルス送出部、21～23は時間カウンタ、24はカウンタ、26～28はインタフェース(I/O)、29は処理を行なうプロセッサ(CPU)である。

【0032】なお図2で示す実施例は、I/O26には車両が単位距離走行する毎にパルスを送出する走行センサよりの信号に基づいて速度を指針12で表示させる場合を例としている。まず図5を参照して、指示位置算出部14の動作を説明する。

【0033】指示位置算出部14の動作はI/O26より走行パルスが入力される毎に割込処理で動作が開始される。処理S31では、前回I/O26よりパルスが入力された時間を今回入力された時間との差分の算出を行なう。

【0034】処理S32では、

・・・(4)

6は、時間カウンタ(T_P)21のカウント値が0であるか否かを判定し、カウント値が0になるまで待機する。

【0037】すなわち、時間カウンタ(T_P)21は、後で説明する処理S5で算出された時間 T_P がセットされ、ダウンカウンタとして動作させて時間 T_P を検出している。処理S2では、計時時間算出部15は、指示位置算出部14が算出して記録している指示位置 θ_M を読み出し、また指針12が現在指示している現在位置 θ_P を現在位置検出部13よりI/O27を介して読み出して

・・・(5)

p)21に計時時間 T_1 をセットする。なお T_1 なる値については後で説明する。処理S5では、計時時間算出部15は、

・・・(6)

を開始させる(図8(A))。

【0039】処理S7では、サブパルス発生部18は、

・・・(7)

【0041】処理S8ではステップモータの回転方向と現在の状態より次に駆動パルスを送出する相 ϕ_n を決定する。処理S9では、サブパルス発生部18は、カウンタ $[M]$ 24を0にクリアし、処理S10に移ってカウンタ $[M]$ 24のカウント値を+1し、処理S11に移って時間カウンタ(T_S)22に処理S7で算出したサブパルスの周期 T_S をセットして計時を開始させる。

【0042】処理S12では、デューティ比変化部18は、時間カウンタ(T_D)23に

・・・(8)

は、処理S8で判定した駆動パルス送出相 ϕ_n が周期の開始点で0より1に変化するか、また1より0に変化するかを判定する。周期の開始点で駆動パルスが0より1

に変化する相に対しては処理S14に移り、周期の終了点に駆動パルスが1より0に変化する相に対しては処理S19に移る。

【0044】処理S14では、サブパルス発生部18は、駆動パルス送出部20より1/O28を介してステップモータ10に1を出力させる。処理S15では、サブパルス発生部18は、処理S12でセットされて計時している時間カウンタ(TD)23が計時を終了したか否かを判定し、計時が終了していない時は処理S14に移って引続きステップモータに1を出力させ、計時が終了した場合は処理S16に移ってカウンタ[M]25のカウンタ値がMであるか否かを判定し、判定がNOの場合は処理S17に移ってステップモータに0を出力する。

【0045】処理S18では、サブパルス発生部18は、処理S11でセットされて計時している時間カウンタ(TS)22が計時を終了したか否かを判定し、計時が終了していない場合は終了するまで待機し、終了した場合は処理S10に移って次のサブパルスを発生させる。

【0046】すなわち、図8(B)で示すように、処理S11およびS18でサブパルスの周期TSを、また、処理S12およびS15でサブパルスが1を送出する時間TDを発生させ、処理S12のセット値を変化させてサブパルスのデューティ比を次第に大きくしている。

【0047】処理S19～S22は図8(C)に対応す

$$d\theta_p / dt = \theta_0 / TS \\ = |(\theta_M - \theta_p) \theta_0 / K_A| \quad \dots (9)$$

となり、式(9)の微分方程式を解くと、

$$\theta_p = \theta_M (1 - \exp[-\theta_0 t / K_A]) \quad \dots (10)$$

となる。

【0051】すなわち、図11の点線で示すように、 θ_p は θ_M に指数関数的に滑らかに、かつ迅速に移動する。また、デューティ比を変化したサブパルスによってステップモータを駆動するため、図12の点線で示すように、スムーズに回転する。

$$M_A = T_p / T_C$$

なる演算を行なって駆動するサブパルス数 M_A を算出する。なお T_C はサブパルスの周期であり、ステップモータの動作時間より十分小さな値に設定する。

【0054】処理S11に変る処理S11'では、時間

$$T_D = (T_C / M) \times [M] \quad \dots (12)$$

なる演算を行なった T_D をセットして計時と開始させる。

【0055】以上のようにして動作を行なわせることにより、図8(D)で示すような駆動サブパルスが発生してステップモータをスムーズに回転させる。

【0056】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば次の効果が得られる。指針で指示させようとする指示位置と

る駆動パルスが1より0に変化する場合のサブパルスの発生処理で、処理S19ではステップモータに0を、処理S22では1を出力する。処理S23では、サブパルス発生部18は、処理S16および21で最後のサブパルスであると判定されたときは現在ステップモータに送出している1または0を保持し、処理S1に移って次の指針移動を開始する。

【0048】以上のように、指示位置 θ_M と現在位置 θ_p との差分 θ が大きいときは計時部で計時させる時間を短かくし、 θ が小のときは計時時間を長くして駆動パルスを送出することにより滑らかに、また応答性の良い特性が得られる。なお処理S3で $|\theta| = 0$ であるか否かを判定させる理由は、 $|\theta| = 0$ のときに駆動パルスを送出すると指針12が指示する位置が現在指示している位置より誤差が大きくなるため、駆動パルスの送出を停止させ、 T_1 秒に再判断させるようにしている。

【0049】 T_1 なる値は任意に設定できるが、 T_1 を小さく設定することにより、この間に指示位置算出部14で新たに算出された指示位置が変更となって差分 θ が発生しても、直ちに指針を指示位置に移動して応答性を良くすることができる。なお式(5)で算出した差分 θ およびステップモータの駆動によって指針が回転する単位角度 θ_0 が整数でない場合は処理S3での判定を $|\theta| < \theta_0 / 2$ とすれば良い。

【0050】また、指示位置 θ_M が突然大きく変化した場合の動作は、現在位置 θ_p の回転速度 $d\theta_p / dt$ は

【0052】つぎに、図6および図7を参照して、図8(D)に対応した実施例の動作を説明する。図6および図7の動作は、図3および図4で説明した処理S7、S11およびS12以外は同様の動作を行なう。

【0053】処理S7に変わる処理S7'では、サブパルス発生部18は、

$$\dots (11)$$

カウンタ(TS)22に計時時間 T_C をセットして計時を開始させる。処理S12に変る処理S12'では、時間カウンタ(TD)に、

$$\dots (12)$$

現在指針が指示している現在位置との差の算出を、前回算出した差が大のときは短かく、差が小のときは長い時間後に算出させ、また算出した時間後にステップモータに駆動パルスを送出するようにし、駆動パルスの周期の開始時に駆動パルスが立上る場合は周期内に発生するM個のサブパルスのデューティ比を次第に大にし、駆動パルスが立下る場合はM個のサブパルスのデューティ比を次第に小にするようにしてステップモータを駆動させるよう

にしたので、急激な立上りおよび立下り駆動が緩和されて慣性による振動回転が無くなり、指針の移動が滑らかで、かつ応答性も良く、スムーズに移動させることができる。

【0057】また、M個のサブパルスの発生を駆動パルスの周期内に等間隔で発生させ、駆動パルスが立上りの場合は最後のサブパルスのデューティ比を100%に、立下りの場合は0%になるようサブパルスのデューティ比を変化するようにしたので、指針の移動をスムーズにすることができる。

【0058】また、サブパルスの発生を駆動パルスの周期内を一定時間間隔で発生するようにしたので、高速の処理を必要とせずにスムーズに指針を移動させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の基本構成図である。

【図2】本発明の実施例の構成図である。

【図3】同実施例の動作フローチャートである。

【図4】同実施例の動作フローチャートである。

【図5】同実施例の動作フローチャートである。

【図6】他の実施例の動作フローチャートである。

【図7】他の実施例の動作フローチャートである。

【図8】本発明の指針の振動を無くす動作原理を説明するための図である。

【図9】ステップモータの駆動を説明する図である。

【図10】従来例の動作説明図である。

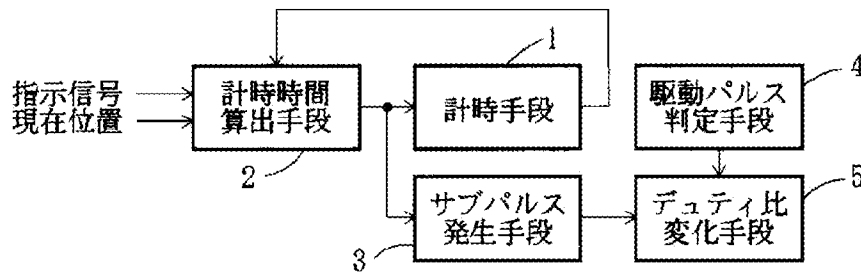
【図11】従来例の指針の移動を説明する図である。

【図12】従来例の指針の移動を説明する図である。

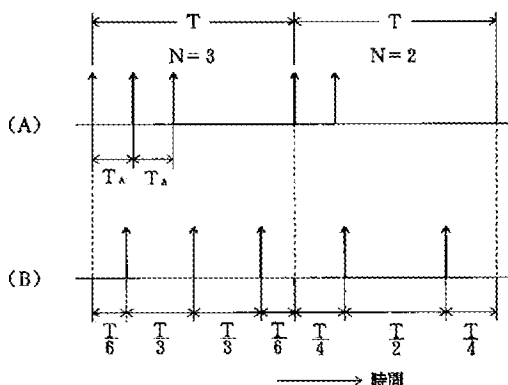
【符号の説明】

1	計時手段
2	計時時間算出手段
3	サブパルス発生手段
4	駆動パルス判定手段
5	デューティ比変化手段
10	ステップモータ
11	スケール
12	指針
13	現在位置検出部
14	指示位置算出部
15	計時時間算出部
16	計時部
17	駆動パルス判定部
18	サブパルス発生部
19	デューティ比変化部
20	駆動パルス送出处
21～23	時間カウンタ
24	カウンタ
26～28	インタフェース（I/O）
29	プロセッサ（CPU）

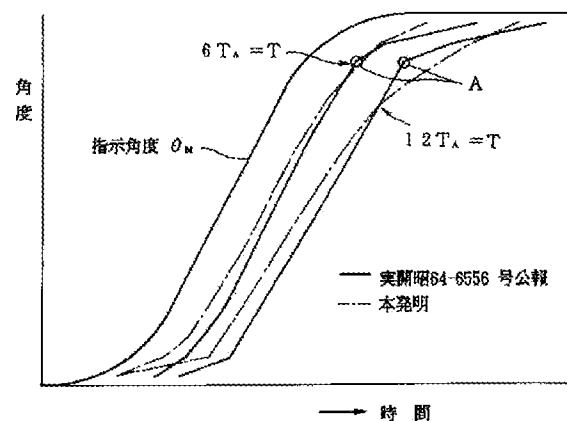
【図1】



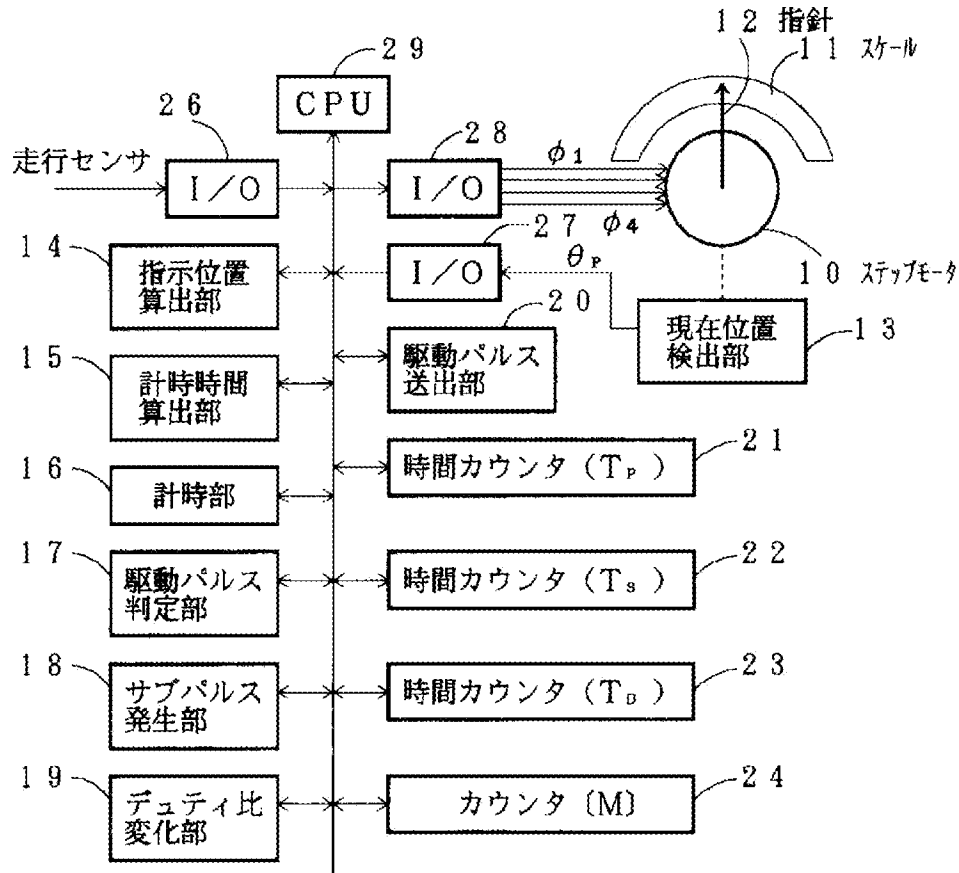
【図10】



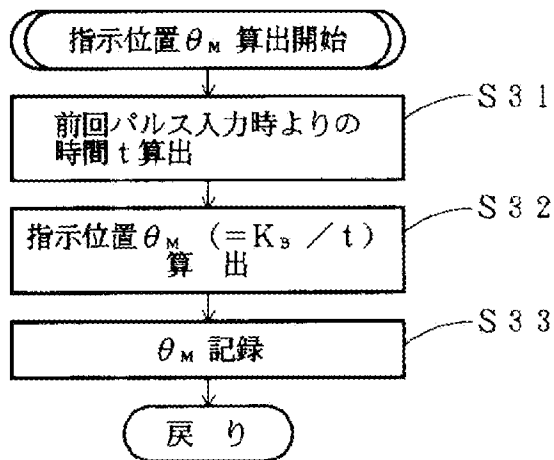
【図11】



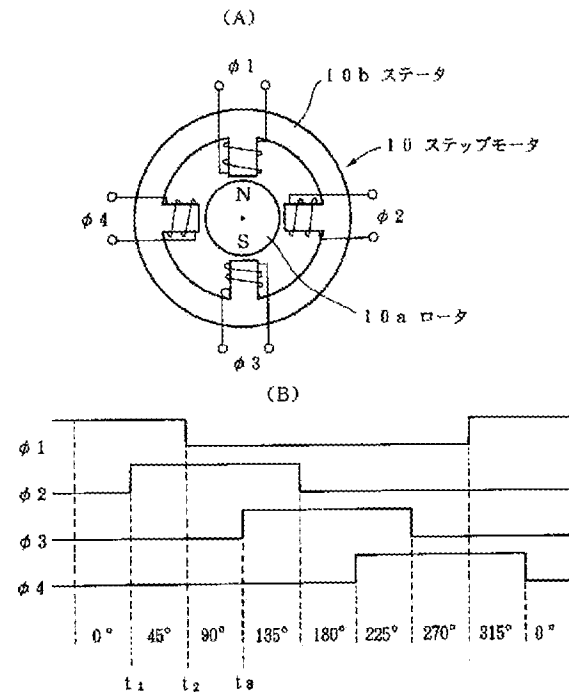
【図2】



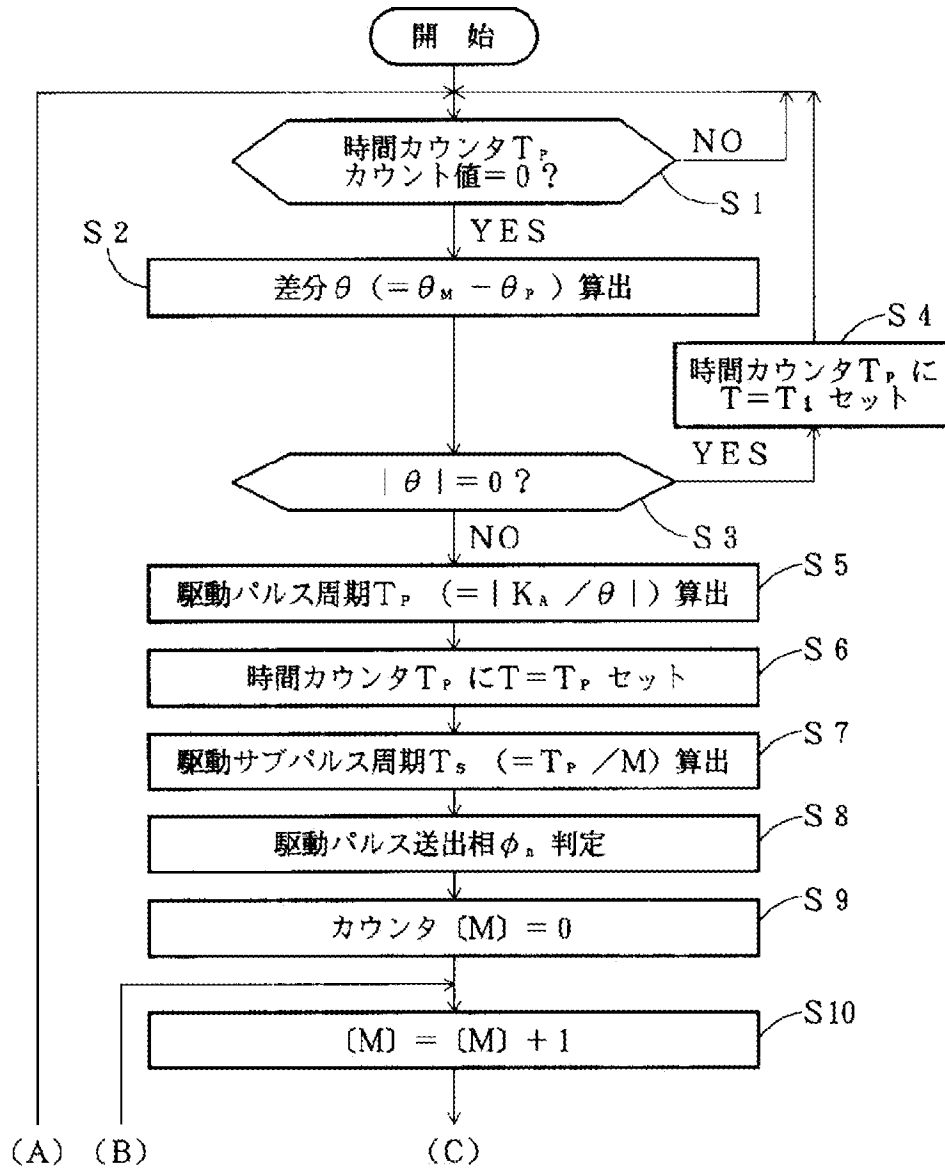
【図5】



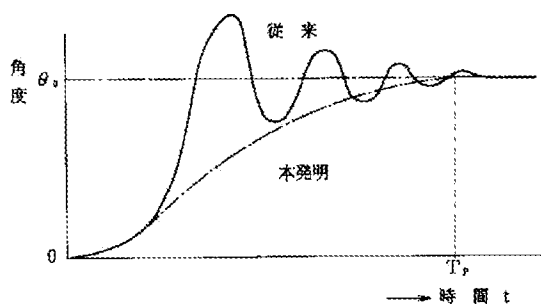
【図9】



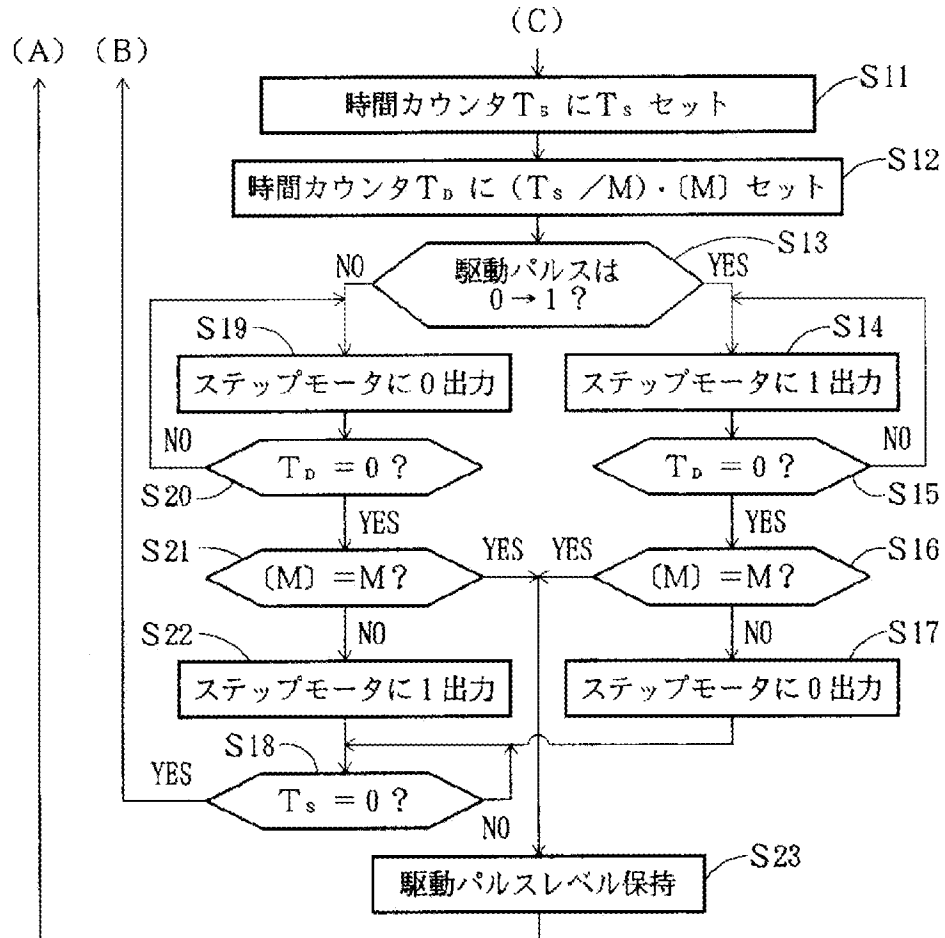
【図3】



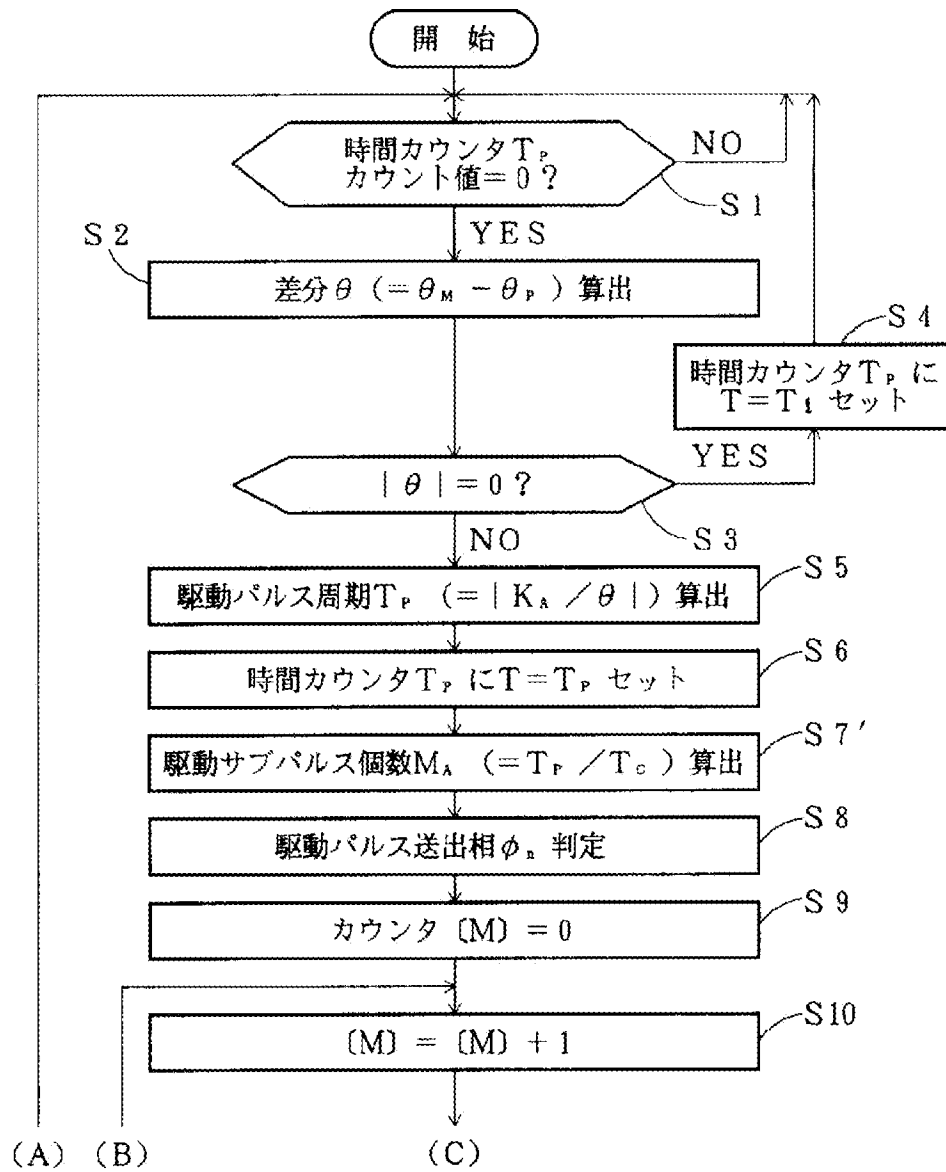
【図12】



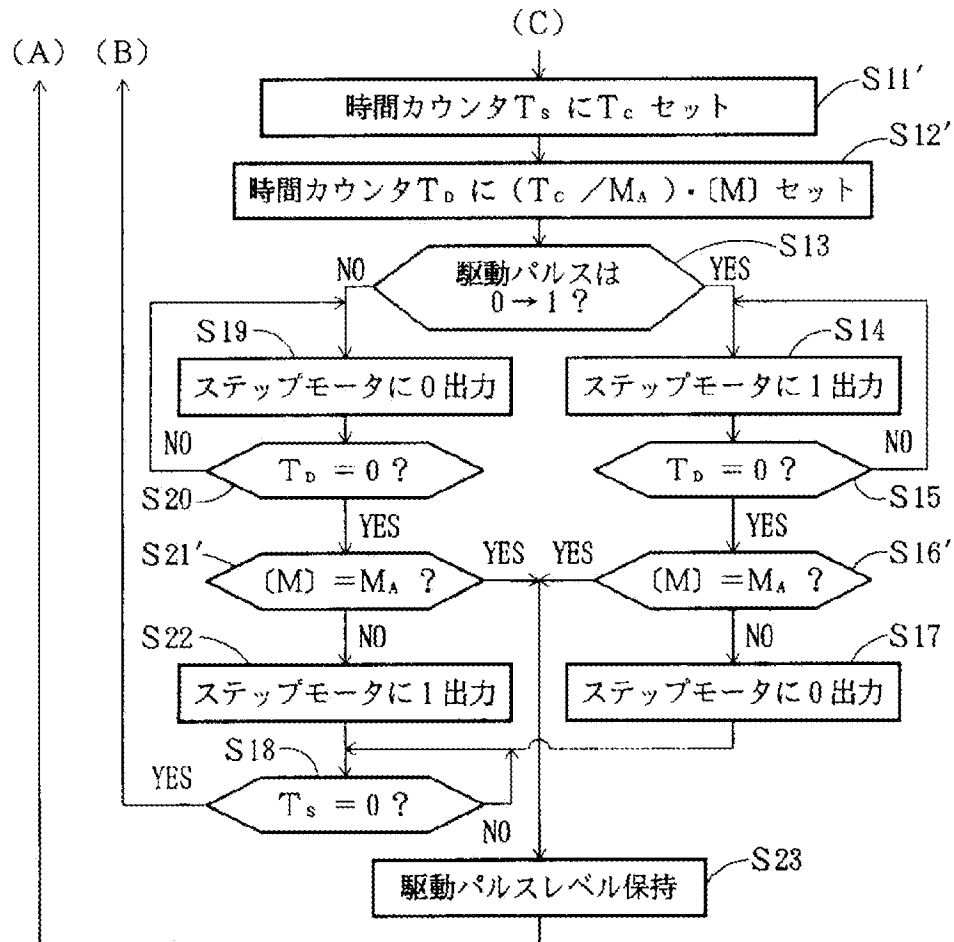
【図4】



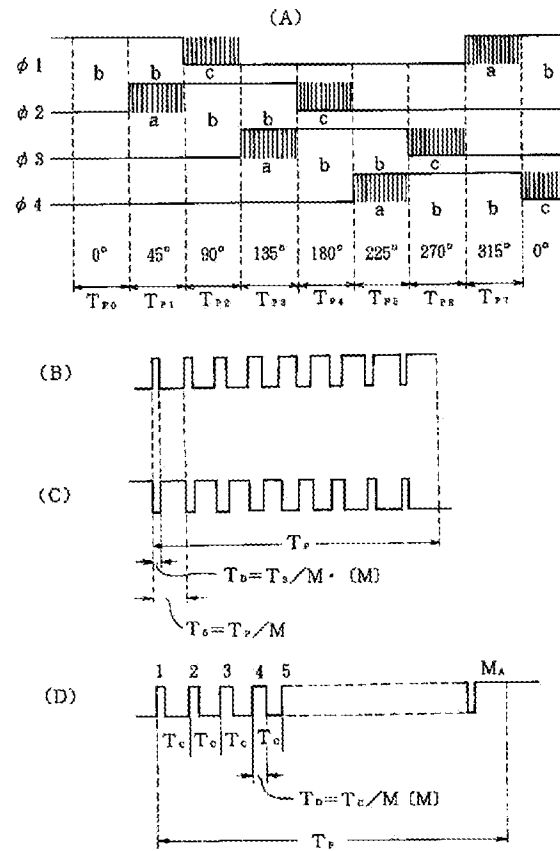
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(56) 参考文献 特開 昭61-104221 (J P, A)
 特許2705783 (J P, B 2)
 特公 平5-14206 (J P, B 2)
 実公 平5-45977 (J P, Y 2)

(58) 調査した分野(Int. Cl. 7, DB名)
 G01D 13/22 101
 G01D 7/00
 G01P 3/42